



**SEMINAR NASIONAL
MESIN DAN INDUSTRI
(SNMI4) 2008**

**Auditorium Gedung Utama
Universitas Tarumanagara
28 Agustus 2008**

**RISET APLIKATIF
BIDANG TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI**



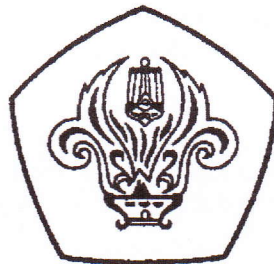
**Diselenggarakan oleh :
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara
Jakarta**

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI
(SNMI4) 2008**

ISBN : 978-979-95752-8-9

**RISET APLIKATIF
BIDANG TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI**

**Auditorium Gedung Utama Lantai 3
Kampus I
Universitas Tarumanagara
28 Agustus 2008**



**Diselenggarakan oleh:
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta
Telp. (021) 5672548, 5638358, 5663124 Fax. (021) 5663277
e-mail: mesin@tarumanagara.ac.id**

80. Analisis Biaya Kualitas Untuk Efisiensi Biaya Pada Pembuatan Ultra Milk Chocolate (Studi Kasus Di PT . Ultrajaya Milk Industry & Trading Company, Tbk.), *Arie Desrianty, Ambar Harsono, Asti Astari Putri Eddyat Iyas* 617
81. Penentuan Rute Pada Rantai Supply Produk Sayur Dan Buahke Pelanggan Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Dengan Metode Saving Matriks Di PT. Rodeo, *Nelly Budiharti, Emmalia Adriantantri* 627
82. Penentuan Distribusi Semen Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Integer Transportation Problem Di Pt. Semen Gresik, *Nelly Budiharti, Emmalia Adriantantri* 635
83. Aplikasi Metode Quality Function Deployment (Qfd) Dalam Usaha Memenuhi Kepuasan Pelanggan, *Nelly Budiharti, Jr. Heksa Galuh W.* 645
84. Analisa Pengaruh Putaran Terhadap Kualitas Biji Kopi Dengan Menggunakan Mesin Pengupas Biji Kopi Kapasitas 1000 Kg/Jam, *Amelia, Ian Hardianto Siahaan dan Inkar Palisu* 651
85. Analisis Pembangkitan Energi Pelontar Pellet Pada Senapan Angin Roduk Industri Kecil Untuk Usaha Perbaikan Kualitas Dan Standarisasi Komponen Utamanya, *Sugiharto, Brm. D. Widodo, A. Sentana, G. Santoso Dan I. Nurhadi* 657
86. Integrasi Quality Function Deployment Dan Value Engineering dalam Pengembangan Produk (Study Kasus Industri Kecil Genteng Malang), *Dyah Retno P, Dwi Iryaning H* 667
87. Pengendalian Kualitas Dan Investigasi Proses Produksi Extreme 75 ML CAP, *Delvis Agusman dan Robert Junaidy* 675
88. Pemilihan Strategi Pemasaran Dengan Metode Non Numerik ME-MCDM Studi Kasus: Minyak Telon Mustika Ratu, *Triwulandari S. Dewayana, Evi Sulistyowati* 685
89. Kajian Pengendalian Kualitas Pada Proses Filling Susu Cair Netto 195 Ml di PT. XYZ, *Teguh Prasetyanto, Achmad Husen, A. Amaningsih Jumhur* 691
90. Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Gaya Thrust Pada Proses Menggurdi, *Zuliantoni* 705
91. Pengaruh Kestabilan Mobile Crane Terhadap Daya Mengangkat Dan Menurunkan Beban, *Zuliantoni* 715
92. Aplikasi ERP Pada Usaha Kecil dan Menengah Furniture Berbasis Opensource Openbravo (Studi Kasus UD. Santoso, Kalijambe Gemolong Sragen Jawa Tengah, *Emi Handayani, Munajat Tri Nugroho* 725
93. Optimisasi Parameter Desain Untuk Produk Yang Dijual Dengan Garansi Dua Dimensi, *Hendro Prasetyo, Bermawi P. Iskandar* 733
94. Usulan Penjadwalan Produksi Job Shop Untuk Meminimasi MAKESPAN (Studi Kasus di PT. X), *Santoso, Vicky Setiawan, Ario Pamungkas* 745

**PENGARUH VARIABEL BEBAS
TERHADAP GAYA THRUST PADA PROSES MENGGURDI****Zuliantoni**Staf Pengajar Teknik Mesin Universitas Bengkulu
e-mail: zulian_ton@me.its.ac.id, zulian_75@yahoo.co.id**Abstrak**

Dalam membuat produk atau komponen mesin selalu diinginkan hasil pengerjaan yang mempunyai karakteristik geometri yang baik sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kecepatan potong, gerak makan, dan diameter pahat terhadap gaya thrust yang terjadi. Pada penelitian ini digunakan tiga macam perlakuan, sehingga didapat rancangan percobaan $3 \times 3 \times 3$, dan dilakukan replikasi sebanyak dua kali. Pada tahap selanjutnya ditentukan urutan proses percobaan secara random dengan variasi tiga perlakuan. Dengan menggunakan metoda statistik dalam mengolah data percobaan, dapat diperoleh model matematis yang menggambarkan hubungan antara variabel bebas dan variabel tidak bebasnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besar gaya thrust sangat dipengaruhi oleh diameter, selanjutnya oleh gerak makan, dan yang memberi pengaruh paling kecil adalah kecepatan potong.

Kata kunci: gaya thrust, kecepatan potong, gerak makan, diameter Pahat.

Pendahuluan

Dalam membuat produk atau komponen mesin, selalu diinginkan hasil pengerjaan yang mempunyai karakteristik geometris yang baik (berkualitas). Karakteristik geometris meliputi dimensi yang tepat, bentuk yang sempurna, dan kehalusan permukaan benda kerja. Selain hal-hal di atas, diinginkan juga waktu pemotongan (tc) sesingkat mungkin, sehingga dalam jumlah satuan waktu yang sama akan didapatkan jumlah produk lebih banyak. Semakin cepat waktu pemotongan yang digunakan menyebabkan pahat cenderung untuk lebih cepat aus. Besar keausan pahat yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kondisi pemotongan yang digunakan, dan dengan melakukan percobaan ini diharapkan diperoleh informasi yang sesuai dengan masalah yang dihadapi.

Permasalahan yang terdapat pada penelitian ini adalah mencari hubungan antara gaya thrust (F_{th}) variasi parameter secara bersamaan, ditinjau dari kondisi pemotongan yang digunakan.

Untuk dapat menyelesaikan permasalahan, diperlukan batasan-batasan agar dalam menganalisa permasalahan yang dimaksud dapat lebih terarah. Batasan-batasan tersebut meliputi:

- Penelitian dilakukan sesuai dengan batas kemampuan dan mesin yang digunakan.
- Semua alat ukur dianggap bekerja dalam keadaan baik.
- Benda kerja yang digunakan jenis baja karbon St 68 dengan ketebalan 25 mm.
- Pahat twist drill tipe straight dengan bahan HSS yang berasal dari satu merek.

Percobaan yang dilakukan ini untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kondisi pemotongan terhadap gaya thrust yang terjadi.

Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan proses penyusunan penelitian ini dilakukan 2 metoda penelitian, yaitu:

a. Studi literatur

Mempelajari beberapa literature dalam penyusunan penelitian ini.

b. Studi lapangan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan mesin Coordinate Bore Milling untuk mendapatkan data-data yang digunakan dalam analisa. Pengolahan data dilakukan dengan analisa desain eksperimen dan pencarian persamaan regresi dilakukan dengan menggunakan program Minitab.

Dasar Teori**1. Pahat Twist Drill**

Pahat yang digunakan disebut dengan pahat jenis twist drill karena pahat ini mempunyai sepasang flute yang membentuk permukaan potong, yang juga berfungsi sebagai pengangkat geram selama proses penggurdian. Dataran diantara flute dinamakan margin, yang berguna untuk mereduksi luasan kontak antara pahat dengan dinding lubang yang terbentuk. Bagian diameter yang terpotong untuk membentuk margin dinamakan body diameter clearance.

Seperti jenis pahat yang lain, pahat twist drill memiliki 3 bidang aktif, yaitu:

- Bidang Geram ($A \gamma$); bidang dimana geram mengalir

- b. Bidang Utama/Mayor ($A\alpha$); bidang yang menghadap permukaan terpotong dari benda kerja. Gaya pemotongan, menyebabkan sebagian dari bidang utama akan terdeformasi, karena bergesekan dengan permukaan transien benda kerja.
- c. Bidang bantu/minor ($A\alpha$); bidang yang menghadap permukaan terpotong dari benda kerja. Gaya pemotongan, menyebabkan sebagian kecil dari bidang bantu akan terdeformasi karena bergesekan dengan permukaan benda kerja yang dipotong.

2. Proses Menggurdi (*drilling process*)

Proses menggurdi bersifat unik, karena memiliki dua proses deformasi metal. Mata potong utama akan menghasilkan geram secara konvensional seperti perkakas mata potong tunggal, karena itu geram yang dihasilkan oleh perkakas bermata potong tunggal. Sedangkan dibawah mata potongnya hanya terjadi gerakan he arah aksial, sehingga deformasi yang terjadi menyerupai deformasi yang dihasilkan oleh suatu indentasi pukulan benda runcing.

3. Mekanisme Pembentukan Geram

3.1. Komponen Gaya Pembentukan Geram

Suatu analisis mekanisme pembentukan geram yang dikemukakan oleh Merchant mendasarkan teorinya atas model pemotongan system tegak (*orthogonal system*). System pemotongan tegak merupakan penyederhanaan dari system pemotongan miring (*oblique system*) dimana gaya diuraikan menjadi komponennya pada suatu bidang. Beberapa asumsi yang digunakan dalam analisis model tersebut adalah:

- Mata potong pahat sangat tajam sehingga tidak menggosok atau menggaruk benda kerja
- Deformasi terjadi hanya dalam dua dimensi
- Distribusi tegangan yang merata pada bidang geser, dan
- Gaya aksi dan reaksi pahat terhadap bidang geram adalah sama besar dan segaris (tidak menimbulkan momen kopel).

Karena sistem gaya dipandang hanya satu bidang (bukan ruang) maka gaya total dapat diuraikan menjadi dua komponen yaitu:

1. Gaya total (F) ditinjau dari proses deformasi material, dapat diuraikan menjadi dua komponen yaitu :
 - F_s : gaya geser yang mendeformasikan material pada bidang geser sehingga melampaui batas elastik
 - F_{an} : Gaya normal pada bidang geser yang menyebabkan pahat tetap menempel pada benda kerja.
2. Gaya Total (F) dapat diketahui dari arah dan besarnya dengan cara membuat dinamometer (alat ukur hanya dimana pahat dipasang padanya alat tersebut dipasang pada mesin perkakas) mengukur dua komponen gaya, yaitu:
 - F_v : Gaya potong, searah dengan kecepatan potong, dan
 - F_f : Gaya makan, searah dengan kecepatan makan.
3. Gaya Total (F) yang bereaksi pada bidang geram (A_γ , face bidang pada pahat dimana geram mengalir) diuraikan menjadi dua komponen untuk menentukan koefisien gesek geram kepada pahatnya, yaitu:
 - F_γ : Gaya gesek pada bidang geram, dan
 - $F_{\gamma n}$: gaya normal pada bidang geram.

3.2. Sudut Geser dan rasio Pemampatan Tebal Geram

Gaya potong tidak akan melebihi harga maksimum yang tercapai setelah bidang geser terbentuk dengan orientasi sebesar sudut geser Φ relatif terhadap kecepatan potong. Karena gaya potong F_v merupakan fungsi dari sudut geser Φ . Jika sudut geram dapat ditentukan, maka sudut geser dapat dihitung dengan mengukur rasio pemampatan tebal geram. Akan tetapi tebal geram tak dapat diukur secara langsung tanpa mengakibatkan kesalahan pengukuran sebab permukaan relatif kasar, dan geram tidak lurus karena dalam kenyataan bidang geser tidak lurus melainkan melengkung yang diakibatkan oleh distribusi tegangan geser yang tidak merata. Untuk itu diperlukan pengukuran secara tak langsung yaitu dengan mengukur panjang geram. Apabila panjang pemotongan (L) ditetapkan satu kali putaran benda kerja dalam proses membubut dimana terlebih dahulu pada diameter benda kerja diberi alur sempit sehingga geram akan terputus bila melewati alur tersebut dan panjang geram (L_c) diukur setelah dianil (*annealed*) dan diluruskan maka rasio pemampatan tebal geram dicari dengan asumsi volume geram terpotong sama dengan volume geram.

4. Gaya Pemotongan Dalam Proses Penggurdian

Pada proses penggurdian dimana pahat mempunyai dua mata potong, gaya pemotongan pada salah satu mata potong dapat diuraikan menjadi dua komponen, yaitu F_v dan F_f . Supaya pahat gudi dapat bergerak menembus benda kerja, maka pahat gudi harus ditekan dengan tekanan yang cukup besar. Penekanan tersebut

tidak lain adalah untuk melawan gaya ekstrusi yang cukup besar diujung pahat gundi serta untuk melawan gesekan pada bidang utama untuk kedua mata potong.

$$F_t = F_v + F_a ; \text{N}$$

F_v = gaya potong

$$F_v = \tau_{shi} \frac{d - d_i}{2} \frac{f}{2 \sin \phi \cos(\phi + \eta - \gamma_o)} \cos(\eta - \gamma_o) ; \text{N}$$

F_a = gaya gesek pada bidang utama, tergantung dari gaya gesek spesifik persatuan panjang aktif mata potong (k_f , N/mm) yang dipengaruhi oleh geometri pahat, benda kerja, dan cairan pendingin serta kondisi pemotongan

$$F_a = k_f \frac{d - d_i}{2 \sin k_r} ; \text{N}$$

Maka:

$$F_t = \tau_{shi} \frac{d - d_i}{2} \frac{f}{2 \sin \phi \cos(\phi + \eta - \gamma_o)} \cos(\eta - \gamma_o) + k_f \frac{d - d_i}{2 \sin k_r} ; \text{N}$$

Sedangkan momen torsinya adalah:

$$M_t = F_t \frac{d + d_i}{2} ; \text{N.mm}$$

Gaya tekan agar proses pemakanan dapat berlangsung:

F_{th} = gaya tekan total untuk dua mata potong

$$F_{th} = 2.F_f \sin k_r + 2.F_{a_n} \sin k_r + F_e ; \text{N}$$

F_f = gaya makan

$$F_f = F_v \cdot \tan(\eta + \gamma_o) ; \text{N}$$

$$F_{th} = 4 \left(F_v \tan(\eta - \gamma_o) \sin k_r + k_n \frac{d - d_i}{2} \right) ; \text{N}$$

5. Daya Pemotongan dan Efisiensi Pemotongan

Daya pemotongan ditentukan oleh momen punter pada pahat dengan kecepatan putarannya. Momen punter tersebut dapat diukur secara langsung menggunakan dinamometer.

$$N_{ct} = N_c + N_f ; \text{kW}$$

N_{ct} = daya pemotongan total; kW

N_c = daya potong; kW

N_f = daya makan; kW

Untuk proses menggundi:

$$N_c = \frac{M_t \cdot 2\pi \cdot n}{60.000.000} ; \text{kW}$$

$$N_f = \frac{F_z \cdot v_f}{60.000.000} ; \text{kW (diabaikan, karena } N_f \ll N_c)$$

Daya pemotongan diatas adalah daya yang dipakai dalam proses pembentukan geram. Sedangkan daya yang dipakai dalam proses pemesinan adalah

$$N_{mc} = N_c + N_{ml} ; \text{kW}$$

N_{mc} = daya pemesinan yang dapat diukur dengan watt-meter; kW

N_c = daya potong, yang merupakan hasil pengukuran dengan dinamometr; kW

N_{ml} = daya hilang; kW

Maka efisiensi pemesinannya adalah:

$$\eta_c = \frac{N_c}{N_{mc}} \cdot 100\%$$

Metodologi Percobaan

Tabel 1. Rancangan Penelitian

n (rpm)	V_c	f	F_v		F_f		t geram
			Rata	kg	Rata	kg	
370		0,10					
630		0,15					
920		0,20					

Tabel 2. Tingkatan Variabel Bebas

Tingkat	Variabel Bebas			
	Kecepatan putaran (n) [rpm]	Kecepatan Potong [m/menit]	Kecepatan Pemakanan [mm/rev]	Kedalaman pemotongan [mm]
Rendah	370	95	0,10	2,32
Sedang	630	162	0,15	3,32
Tinggi	920	236	0,20	4,00

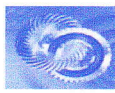
 Tabel 3. Desain Matrik Faktorial 3^3

Test No.	Kecepatan potong [m/menit]	Kecepatan Pemakanan [mm/rev]	diameter pahat [mm]	Nomor Eksperimen
1	-	-	-	-
2	0	-	-	-
3	+	-	-	-
4	-	0	-	-
5	0	0	-	-
6	+	0	-	-
7	-	+	-	-
8	0	+	-	-
9	+	+	-	-
10	-	-	0	0
11	0	-	0	0
12	+	-	0	0
13	-	0	0	0
14	0	0	0	0
15	+	0	0	0
16	-	+	0	0
17	0	+	0	0
18	+	+	0	0
19	-	-	+	+
20	0	-	+	+
21	+	-	+	+
22	-	0	+	+
23	0	0	+	+
24	+	0	+	+
25	-	+	+	+
26	0	+	+	+
27	+	+	+	+

1. Pemilihan Kondisi Pemotongan
1.1. Berdasarkan Brosur Insert

Untuk material tipe A (*steel*) dengan tipe insert TNMG dan *material tool* KC 9025 yaitu *cutting range* E maka disarankan menggunakan:

- *Cutting speed* : 150 s/d 300 [m/menit]
- *Feed tipe tool MG* : 0.2 – 0.6 [mm/rev]
- *Depth of cut* : 1 – 4 [mm]



1.2. Pemilihan Kecepatan Potong

Pemilihan kecepatan potong dilakukan dengan pertimbangan putaran mesin bubut yang digunakan yang tersedia sebagai berikut:

36, 55, 75, 105, 130, 185, 250, 370, 630, 920, 1000, 1256, dengan menggunakan diameter rata-rata spesimen 82 mm.

Sesuai dengan pertumbuhan laju keausan moderat, dapat ditentukan pemilihan kecepatan potong berdasarkan Rumus

$$R_{\min} \times f^{\alpha} < V < R_{\max} \times f^{\alpha} \text{ (Rochim, 1993)}$$

Untuk material A53 92 B yang mempunyai kekerasan sebesar 130 HV, C = 0.3 % dengan pahat karbida *steel cutting grade* diperoleh konstanta

$$R_{\min} = 12, R_{\max} = 130, f_{\min} = 0.2, f_{\max} = 0.6 \text{ dan } \alpha = -0.77, \text{ sehingga}$$

$$V_{\min} = R_{\min} \times (f_{\min})^{\alpha} = 12 \times 0.2^{-0.77} = 41 \left[\frac{\text{m}}{\text{mnt}} \right]$$

$$V_{\max} = R_{\max} \times (f_{\min})^{\alpha} = 130 \times 0.2^{-0.77} = 448.9 \left[\frac{\text{m}}{\text{mnt}} \right]$$

$$V_{\max} = R_{\max} \times (f_{\max})^{\alpha} = 130 \times 0.6^{-0.77} = 192.6 \left[\frac{\text{m}}{\text{mnt}} \right]$$

sehingga dari data, maka V (kecepatan potong) adalah antara 41 – 449 m/menit

Pemilihan $V_c \rightarrow$ (antara 80 – 300 m/det)

$$V = \frac{\eta \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/menit dengan diameter 82 mm maka; } V = \frac{\eta \times 82 \times n}{1000} = 0.2576 \times n \left[\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right]$$

$$n = 370 \quad V = 0.2576 \cdot 370 = 95.31 \text{ m/menit}$$

$$n = 630 \quad V = 0.2576 \cdot 630 = 162.29 \text{ m/menit}$$

$$n = 920 \quad V = 0.2576 \cdot 920 = 236.99 \text{ m/menit}$$

$$n = 1000 \quad V = 0.2576 \cdot 1000 = 257.6 \text{ m/menit}$$

kemudian di cek umur untuk P20 maka $c = 226, n = 0.22, P = 0.34, q = 0.12$

$$\text{didapat } T_m = \frac{L}{f \times n} = \frac{L f}{f_{\min} \cdot n_{\min}} = \frac{120.90}{0.2 \times 630} = 8.57$$

di dapat T_m untuk $V_{\max} = 1/3 T_m = 1/3 \cdot 8.57 = 2.85 \text{ menit}$

$T_n = sf \cdot 8.57 \text{ menit} = 85.7 \text{ menit} \sim 80 \text{ menit}$

$T \sim V_{\max} = 236$

$T = 6.86 \text{ menit}$ sehingga memakai 2 insert

$$V = c \cdot f^{-p} \cdot Q^{-q} \cdot T^{-n} = 226 \cdot 0.2^{-0.34} \cdot q^{-0.12} \cdot 80^{-0.22} = 137 \text{ m/menit} \dots \dots \dots (\text{aman})$$

$V = 170 - 30 \text{ menit}$

Data Dan Analisa

Pada percobaan ini sebelum dan sesudah percobaan didapatkan data-data yang dibutuhkan yakni:

1. Data

1.1. Data sebelum percobaan

Diameter dan Tebal Spesimen, setelah dilakukan pengukuran awal didapatkan:

- Spesimen no.1, diameter rata-rata = 81,68 [mm], tebal rata-rata = 2,33 [mm].
- Spesimen no.2, diameter rata-rata = 81,72 [mm], tebal rata-rata = 3,32 [mm].
- Spesimen no.3, diameter rata-rata = 82,03 [mm], tebal rata-rata = 4,00 [mm]

Tabel 4. data sebelum percobaan

n	D1	D2	D3	V1	V2	V3	Vrata2
370	81,68	81,72	82,03	94,94	94,99	95,35	95,10
630	81,68	81,72	82,03	161,66	161,74	162,35	161,92
920	81,68	81,72	82,03	236,08	236,19	237,09	236,45



1.2. Data setelah percobaan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan dengan *variable feed*, tebal spesimen (mm), putaran (rpm) maka dari dinamometer dapat diketahui besarnya gaya potong, gaya pemakanan dan *thrust* dari kurva yang dibentuk pada kertas pengujian, sehingga didapat data sebagai berikut:

a. Data Percobaan Spesimen no. 1A, dengan tebal rata-rata spesimen 2,33 [mm] diameter rata-rata 81,68 [mm].

Tabel 5. Data setelah percobaan

putaran n [rpm]	V	f	F _v		F _r		t geram	kode
			Rata ²	kg	Rata ²	kg		
370	94,94	0,10	13,00	56,88	48,33	57,94	0,33	
		0,15	18,00	79,82	55,33	66,42	0,44	
		0,20	20,67	92,05	60,00	72,07	0,47	
630	161,66	0,10	12,00	52,29	41,67	49,87	0,29	
		0,15	15,00	66,05	48,00	57,54	0,35	
		0,20	19,33	85,93	54,00	64,81	0,42	
920	236,08	0,10	11,00	47,71	39,00	46,64	0,21	
		0,15	14,00	61,47	41,33	49,47	0,03	
		0,20	18,00	79,82	48,67	58,35	0,34	

b. Data Percobaan Spesimen no. 1B, dengan tebal rata-rata spesimen 2,33 [mm] diameter rata-rata 81,68 [mm].

Tabel 6. Data Percobaan Spesimen no. 1B

putaran n [rpm]	V	f	F _v		F _r		t geram	kode
			Rata ²	kg	Rata ²	kg		
370	94,94	0,10	13,00	56,88	47,33	57,94	0,33	
		0,15	18,00	79,82	55,67	66,42	0,43	
		0,20	20,67	92,05	60,67	72,40	0,47	
630	161,66	0,10	12,33	53,82	41,33	49,87	0,26	
		0,15	15,33	67,58	48,00	57,54	0,35	
		0,20	19,33	85,93	54,33	64,81	0,41	
920	236,08	0,10	11,00	47,71	39,00	46,64	0,23	
		0,15	14,00	61,47	41,33	49,47	0,31	
		0,20	18,00	79,82	48,67	58,35	0,34	

c. Data Percobaan Spesimen no. 2A, dengan tebal rata-rata spesimen 3,32 [mm] diameter rata-rata 81,72 [mm].

Tabel 7. Data Percobaan Spesimen no. 2A

putaran n [rpm]	V	f	F _v		F _r		t geram	kode
			Rata ²	kg	Rata ²	kg		
370	94,99	0,10	15,67	69,11	60,67	72,88	0,43	
		0,15	21,00	93,58	69,33	83,37	0,46	
		0,20	26,00	116,51	77,67	93,47	0,51	
630	161,74	0,10	16,00	70,64	57,00	68,44	0,28	
		0,15	19,00	84,40	61,67	74,09	0,33	
		0,20	26,00	116,51	71,33	85,80	0,37	
920	236,19	0,10	15,00	66,05	53,00	63,60	0,18	
		0,15	19,00	84,40	59,33	71,26	0,25	
		0,20	24,67	116,40	67,00	80,55	0,30	

d. Data Percobaan Spesimen no. 2B, dengan tebal rata-rata spesimen 3,32 [mm] diameter rata-rata 81,72 [mm].

Tabel 8. Data Percobaan Spesimen no. 2B

putaran n [rpm]	V	f	F _v		F _r		t geram	kode
			Rata ²	kg	Rata ²	kg		
370	94,99	0,10	16,00	70,64	60,00	72,07	0,28	
		0,15	20,67	92,05	68,00	81,76	0,36	
		0,20	26,00	116,51	77,67	93,47	0,42	
630	161,74	0,10	16,00	70,64	58,33	70,05	0,28	
		0,15	19,00	84,40	61,33	73,69	0,34	
		0,20	26,00	116,51	71,33	85,80	0,41	
920	236,19	0,10	15,00	66,05	53,33	63,99	0,18	
		0,15	19,00	84,40	58,33	70,05	0,32	
		0,20	24,67	116,40	67,00	80,55	0,36	

e. Data Percobaan Spesimen no. 3A, dengan tebal rata-rata spesimen 4,00 [mm] diameter rata-rata 82,03 [mm].

Tabel 9. Data Percobaan Spesimen no. 3A

putaran n [rpm]	V	f	F _v		F _r		t geram	kode
			Rata ²	kg	Rata ²	kg		
370	95,35	0,10	24,00	107,34	82,33	99,12	0,18	
		0,15	28,33	127,21	91,33	110,02	0,34	
		0,20	36,67	165,44	104,00	125,36	0,40	
630	162,35	0,10	21,67	96,63	74,00	89,03	0,13	
		0,15	25,67	114,98	82,67	99,51	0,23	
		0,20	34,33	154,74	93,67	112,84	0,28	
920	237,09	0,10	20,00	88,99	70,67	84,99	0,13	
		0,15	24,33	108,87	76,33	91,85	0,19	
		0,20	31,33	140,97	85,00	102,35	0,23	

f. Data Percobaan Spesimen no. 2B, dengan tebal rata-rata spesimen 4,00 [mm] diameter rata-rata 82,03 [mm].

Tabel 10. Data Percobaan Spesimen no. 2B

putaran n [rpm]	V	f	F _v		F _r		t geram	kode
			Rata ²	kg	Rata ²	kg		
370	95,35	0,10	24,00	107,34	84,33	101,54	0,18	
		0,15	29,00	130,27	92,00	110,82	0,34	
		0,20	35,33	159,32	103,00	124,14	0,40	
630	162,35	0,10	21,00	93,58	77,00	92,66	0,10	
		0,15	26,33	118,04	81,33	97,91	0,23	
		0,20	35,33	159,32	93,00	112,03	0,26	
920	237,09	0,10	20,50	91,28	7,00	68,44	0,13	
		0,15	26,00	116,51	77,33	93,06	0,19	
		0,20	30,00	134,86	87,67	105,58	0,26	

2. Analisis Data

Hubungan Antara Gaya Potong, Gaya Pemakanan dengan Kecepatan, Tebal, dan Feeding

Tabel 11. Nilai Kecepatan

	Sp1	Sp2	Sp3	Vtot	Rata2
V1	94,94	94,99	95,35	285,29	95,10
V2	161,66	161,74	162,35	485,76	161,92
V3	236,08	236,19	237,09	709,36	236,45

Tabel 12. Nilai Gaya Potong

tebal	V1			V2			V3		
	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
2,33 (1A)	56,88	79,82	92,05	52,29	66,05	85,93	47,71	61,47	79,82
3,32 (2A)	69,11	93,58	116,51	70,64	84,40	116,51	66,05	84,40	116,40
4,00 (3A)	107,34	127,21	165,44	96,63	114,98	154,74	88,99	108,87	140,97
2,33 (1B)	56,88	79,82	92,05	53,82	67,58	85,93	47,71	61,47	79,82
3,32 (2B)	70,64	92,05	116,51	70,64	84,40	116,51	66,05	84,40	116,40
4,00 (3B)	107,34	130,27	159,32	93,58	118,04	159,32	91,28	116,51	134,86

Tabel 13. Nilai Gaya Pemakanan

tebal	V1			V2			V3		
	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20	0,10	0,15	0,20
2,33 (1A)	57,94	66,42	72,07	49,87	57,54	64,81	46,64	49,47	58,35
3,32 (2A)	72,88	83,37	93,47	68,44	74,09	85,80	63,60	71,26	80,55
4,00 (3A)	99,12	110,02	125,36	89,03	99,51	112,84	84,99	91,85	102,35
2,33 (1B)	57,94	66,42	72,07	49,87	57,54	64,81	46,64	49,47	58,35
3,32 (2B)	72,07	81,76	93,47	70,05	73,69	85,80	63,99	70,05	80,55
4,00 (3B)	101,54	110,82	124,14	92,66	97,91	112,03	68,44	93,06	105,58

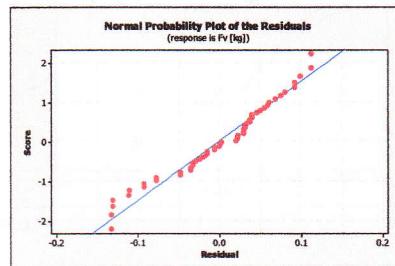
Dari data-data tersebut di atas, kemudian dilakukan analisa regresi untuk memperkirakan parameter, C, p, dan n pada persamaan:

$$F_{th} = C V^p f^m d^n$$

Persamaan ini dapat ditulis juga

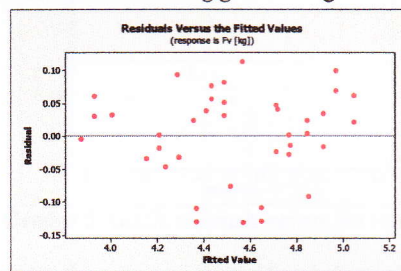
$$\ln F_{th} = \ln C + p \ln V + m \ln f + n \ln d$$

Sehingga didapatkan hasil regresi analisa F_c , F , f , dan d sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil regresi analisa F_c , F , f , dan d

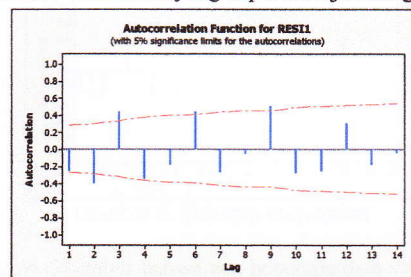
Dari gambar grafik normal probability plot of residual menunjukkan bahwa plot yang terbentuk membentuk garis lurus, sehingga data tentang variabel yang mempengaruhi gaya potong pada mesin bubut material A 53 grade B dengan pahat *steel cutting grade* mengikuti distribusi normal.



Gambar 2. Grafik residuals versus fits values

Gambar grafik residuals versus fits values menunjukkan bahwa plot antara nilai residual dengan nilai gaya potong yang terbentuk tidak membentuk pola tertentu atau bersifat acak, (random), sehingga data tentang variabel yang mempengaruhi gaya potong pada pemotongan material A 53 grade B dengan pahat *carbide steel cutting grade* bersifat identik.

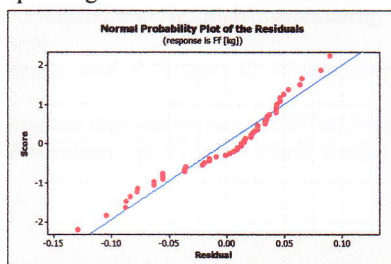
Dari data di atas juga dilakukan tes auto correlation yang dapat ditunjukkan gambar dibawah ini :



Gambar 3. Tes auto correlation

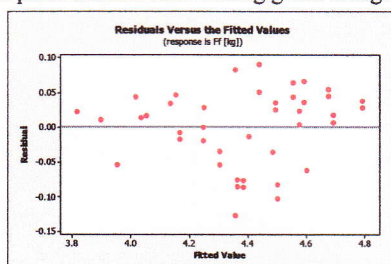
Dari grafik diatas maka dapat diketahui bahwa ada beberapa data yang melebihi nilai batas homogenitas data sehingga mempengaruhi penentuan nilai gaya potong.

Berdasarkan data analisis maka di dapatkan grafik normal residual dan residual vs fit di bawah ini:



Gambar 4. Grafik normal probability plot of residual

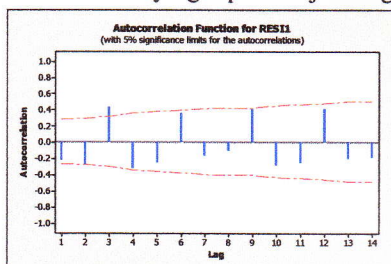
Dari gambar grafik normal probability plot of residual menunjukkan bahwa plot yang terbentuk membentuk garis lurus, sehingga data tentang variable yang mempengaruhi gaya pemakanan pada mesin bubut material A 53 grade B dengan pahat karbida steel cutting grade mengikuti distribusi normal.



Gambar 5. Grafik residuals versus fits values

Gambar grafik residuals versus fits values menunjukkan bahwa plot antara nilai residual dengan nilai gaya potong yang terbentuk tidak membentuk pola tertentu atau bersifat acak, (random), sehingga data tentang variabel yang mempengaruhi gaya pemakanan. Pada pemotongan material A 53 grade B dengan pahat carbide steel cutting grade bersifat identik.

Dari data diatas juga dilakukan tes auto correlation yang dapat ditunjukkan gambar dibawah ini:



Gambar 6. Tes auto correlation

Dari grafik diatas maka dapat diketahui bahwa ada beberapa data yang melebihi nilai batas homogenitas data sehingga mempengaruhi penentuan nilai gaya potong.

Dari persamaan

$$F_v (\text{Kg}) = 5.42 - 0.152 V (\text{m/mnt}) + 0.689 f (\text{mm}) + 1.02 d (\text{mm})$$

$$F_f (\text{Kg}) = 4.95 - 0.217 V (\text{m/mnt}) + 0.344 f (\text{mm}) + 0.993 d (\text{mm})$$

Maka di dapatkan persamaan umum untuk Gaya Potong untuk material A53 92 B dengan kekerasan sebesar 130 HV, C = 0.3 % dengan pahat karbida steel cutting grade, maka di dapatkan persamaan umum untuk gaya trust sebagai berikut:

$$F_{th} = 225.879 V^{-0.152} f^{0.689} d^{1.02}$$

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rumus empiris gaya tekan adalah sebagai berikut:

$$F_{th} = 225.879 V^{-0.152} f^{0.689} d^{1.02}$$
2. pengaruh kecepatan terhadap gaya tekan sangat kecil jika dibandingkan dengan diameter dan feeding

Datar Pustaka

1. Boothroyd, Geoffrey, (1978), *Fundamental of Metal Machining and Machine Tools*, Washington, Hemisphere Publishing Corporation.
2. Degarmo, e.paul, (1879), *Material and Processes in Manufacturing*, 4thed, New York, Macmillan Publishing co, inc.
3. Draper, NR and smith, (1981), *Applied Regression Analysis 2nd ed*, New York, John Willey & Sons.
4. Rochim, taufiq, (1985), *Proses Pemesinan*, laboratorium teknik produksi jurusan teknik mesinFTI – ITB.